

УДК 674.093.2-413.84

В.В. Чамеев, Г.Л. Васильев, Ю.В. Ефимов, В.В. Терентьев  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), Lesoingener@yandex.ru

**АЛГОРИТМЫ И МАШИННЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ:  
ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА КОМПОНЕНТ-ПРОГРАММЫ «ПОТОК»**

**ALGORITHMS AND COMPUTER PROGRAMS FOR RESEARCH  
TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WOOD SHOP:  
GENERALIZED SCHEME OF THE COMPONENT PROGRAM "POTOK"**

*В прототип КП «ПОТОК» (ранее она носила название «РОТОК») внесены все дополнения по математическим моделям, а также улучшен ввод входных данных. Сокращено количество моделируемых станков в технологическом потоке в соответствии с поставленными задачами, что позволяет сократить машинное время на имитацию работы лесоперерабатывающего цеха, сократить число ошибок и сбоев компьютера в процессе работы.*

*In the prototype KP "POTOK" (earlier she found the name "ROSTOK") is entered all additions to the mathematical models, as well as improved input data. Reduced the number of simulated machines in the process stream in accordance with the tasks, reducing computer time to simulate both the wood-working shop, to reduce the number of errors and computer crashes in the process.*

КП «ПОТОК» работает на выходной информации от КП «СЫРЬЕ» и КП «СТАНОК», составлена на базе идеологии Q- и A-схем [1] и моделей операций технологического процесса лесоперерабатывающего цеха [2, 3, 4, 5, 6].

Структурная схема моделируемой системы представлена на рисунке 1. В структурной схеме для имитационного моделирования задается один или два подающих транспортера (Тр1, Тр2) с питателями, от 0 до 2-х головных станков (ГС1, ГС2), от 0 до 4-х станков 2-го уровня (BCN) и от 0 до 8 станков 3-го уровня (TCN).

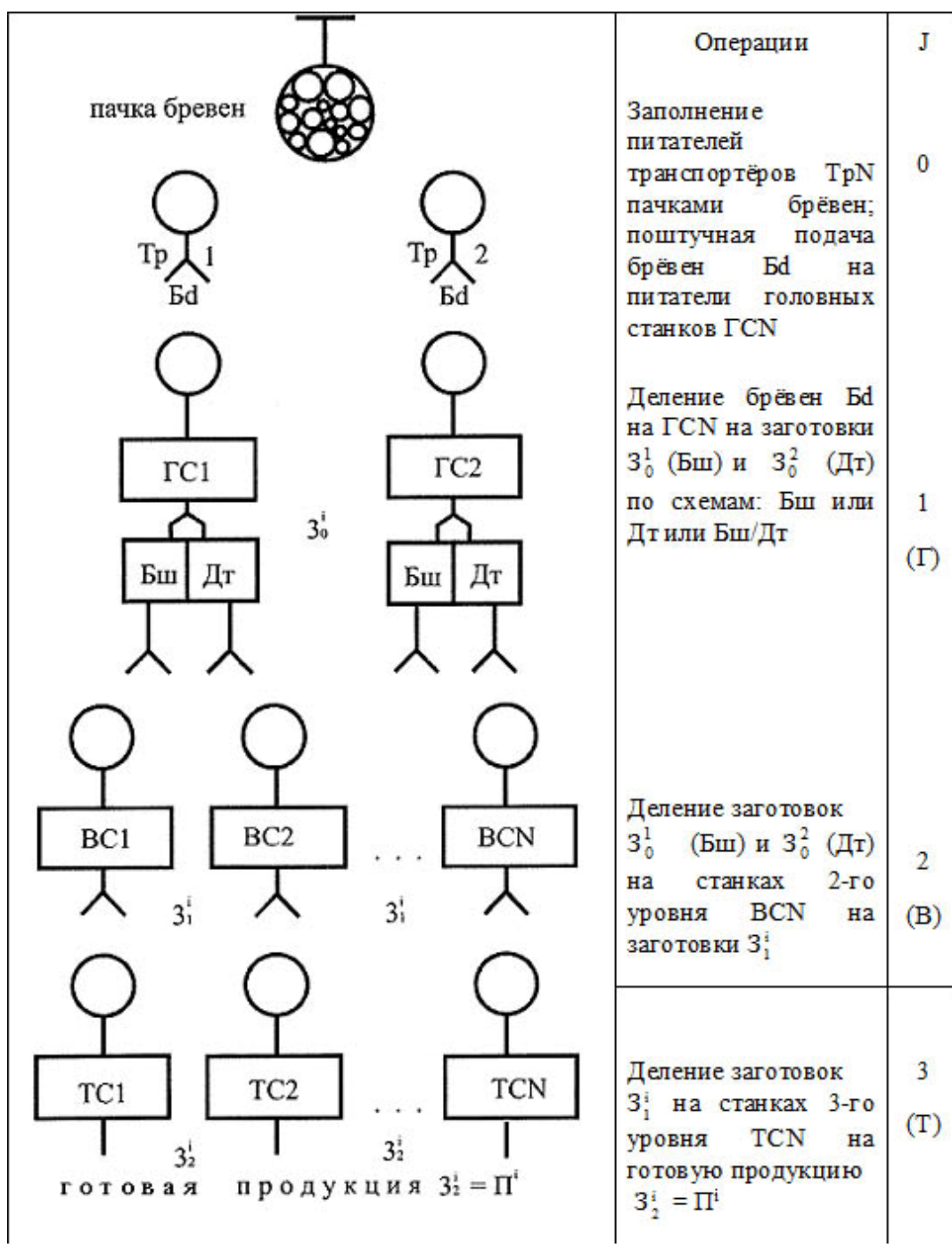
Станки JCN ( $J \in \{Г, В, Т \text{ или } 1, 2, 3\}$ ) классифицированы по:

- применяемой схеме деления круглых лесоматериалов Бд групповым способом – на Бш (брусья) или Дт (доска), на Бш/Дт (брусья и доски);
- числу заготовок 3 в пакете для деления на JCN–JCN для ПД (деления пакетами) и JCN для ШД (поштучное деление заготовок);
- типу станка JCN по надежности – JCN1Т–JCN4Т;
- расположению JCN к станку предыдущего уровня (для ГCN к ТрN) – на левые (Л) и правые (П).

Моделирующий алгоритм (рис. 2) состоит из двух взаимосвязанных укрупненных унифицированных подалгоритмов – для моделирования подачи сырья в цех (блок 9) и моделирования работы станков JCN (блок 20).

Обозначение временных показателей работы моделирующей системы и ее элементов:  $t_i$  – текущее время моделирования,  $\Delta t$  – шаг моделирования,  $T_m$  – продолжительность моделирования,  $t_{HЦi}^{TrN}$ ,  $t_{HДи}^{JCN}$  – текущие времена готовностей ТрN к подаче бревна в цех и к JCN и начало деления заготовки,  $t_{3П}^{TrN}$  – время восстановления запаса на питателе ТрN,  $t_{Цi}^{TrN}$ ,  $t_{Ди}^{JCN}$  – длительность цикла ТрN для i-го бревна и длительность деления i-й заготовки на JCN,  $t_{ПCi}^{JCN}$  – длительность i-го простоя JCN по собственным

причинам,  $t_{\text{НПС}i}^{\text{JCN}}$  – текущее время наступления очередного  $i$ -го простоя станка по собственным причинам,  $t_{\text{MC}i}^{\text{JCN}}$  – длительность  $i$ -го периода работы JCN без собственных простоев,  $\sum t_{\text{ПЗ}}^{\text{TrN}}$ ,  $\sum t_{\text{ПЗ}}^{\text{JCN}}$  – сумматоры простоев TrN и JCN из-за отсутствия заготовок на их питателях,  $\sum t_{\text{ПС}}^{\text{JCN}}$  – сумматор простоев JCN по собственным причинам,  $\sum t_{\text{ПП}}^{\text{TrN}}$ ,  $\sum t_{\text{ПП}}^{\text{JCN}}$  – сумматоры простоев из-за переполнения питателей станков последующих уровней деления,  $\sum t_{\text{Ц}}^{\text{TrN}}$ ,  $\sum t_{\text{Д}}^{\text{JCN}}$  – сумматоры длительностей циклов.



Условные обозначения:



Рис. 1. Структурная схема моделируемой системы «Лесобрабатывающий цех»

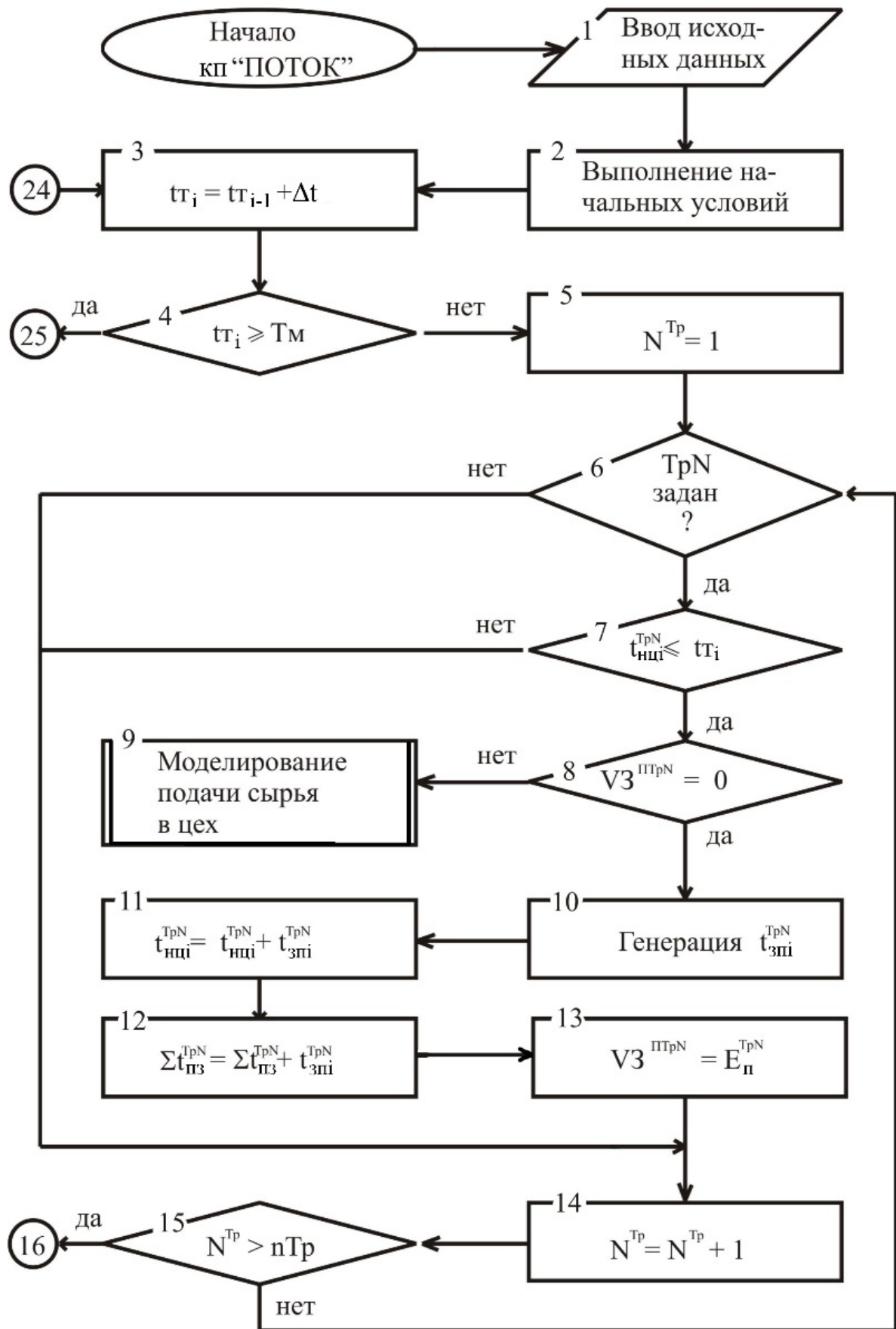


Рис. 2. Принципиальная схема компонент-программы «ПОТОК»

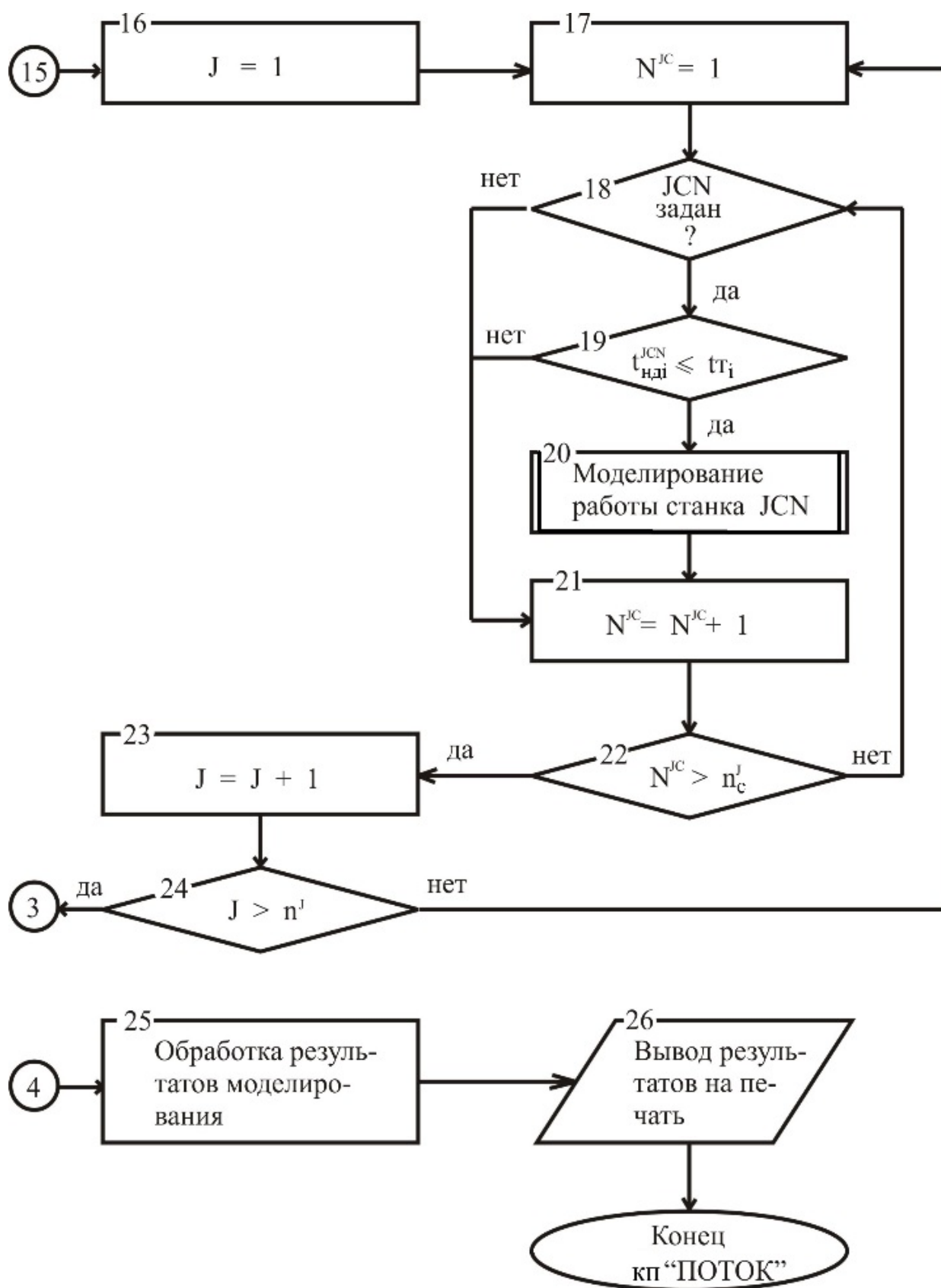


Рис. 2. Принципиальная схема компонент-программы «ПОТОК» (продолжение)

Количественные показатели работы станка JCN представлены в таблице.

Таблица 2

Количественные показатели работы станка JCN

Схема	Обозначение	Наименование
	$V3_{j-1}^{PN}$ ; $n3_{j-1}^{PN}$ ; $\sum V3_{j-1}^{PN}$ ; $\sum n3_{j-1}^{PN}$	<p>Объем и число заготовок <math>3_{j-1}</math> на питателе JCN в <math>tt_i</math></p> <p>Объем и число поступивших на питателя JCN заготовок <math>3_{j-1}</math> за <math>0...tt_i</math></p>
	$n3_{j-1}^{BN}$ ; $n3_{j-1}^{3j-IN}$ ; $\sum V3_{j-1}^{CN}$ ; $\sum n3_{j-1}^{CN}$ ; $\sum V3_j^{CN}$ ; $\sum n3_j^{CN}$	<p>Число заготовок <math>3_{j-1}</math>, поступивших на JCN из его питателя</p> <p>Число заготовок <math>3_j</math>, полученных на JCN из одной заготовки <math>3_{j-1}</math></p> <p>Объем и число обработанных на JCN заготовок <math>3_{j-1}</math> за <math>0...tt_i</math></p> <p>Объем и число полученных на JCN заготовок <math>3_j</math> за <math>0...tt_i</math></p>
	$V3_j^{PN}$ ; $n3_j^{PN}$ ; $\sum V3_j^{PN}$ ; $\sum n3_j^{PN}$	<p>Объем и число заготовок <math>3_j</math> на питателе (J+1)CN в <math>tt_i</math></p> <p>Объем и число поступивших на питатель (J+1)CN заготовок <math>3_j</math> за <math>0...tt_i</math></p>

Моделирующий алгоритм определяет и фиксирует последовательные состояния элементов  $C_i$  заданной структурной схемы технологического процесса через интервалы времени с шагом  $\Delta t$  в диапазоне  $0-T_m$ , где  $T_m$  – время моделирования.

После ввода исходных данных и выполнения начальных условий (блоки 1 и 2) определяется очередное текущее время моделирования  $tt_i$  (блок 3). Если оно меньше заданного  $T_m$  (блок сравнения 4), то управление передается к блокам 5–15, осуществляющих связь системы  $S$  с внешней средой посредством транспортеров  $TrN$ , как каналов связи, к станкам JCN первого уровня ( $J = 1$ ) от питателей  $TrN$  емкостью  $E_{\Pi}^{TrN}$ , заполняемых по мере их опустения пачками круглых лесоматериалов (время возобновления запаса  $t_{3\Pi_i}^{TrN}$ ). После последовательного просмотра состояний всех транспортеров  $n_{Tr}$  в текущее время  $tt_i$  моделирующим алгоритмом управление передается к блокам программы 16–24.

Для просмотра состояний станков JCN в  $tt_i$ , где JCN – станок с порядковым номером N в J-ом уровне системы S, организовано два цикла. Внутренний цикл просматривает все станки  $n_c^j$ , расположенные на J-ом уровне системы, а внешний цикл передает управление последующему J+1 уровню системы.

После просмотра состояний всех станков JCN управление передается в блок 3, текущее время увеличивается на шаг моделирования  $\Delta t$  и вся процедура повторяется вновь n раз до равенства времен  $tt_i$  и  $T_m$ . При достижении конца моделирования накопленная в сумматорах информация о функционировании технологического процесса выдается на экран дисплея (блок 26).

Опыт эксплуатации КП «Поток» в рамках КП «Цех» показал удовлетворительные результаты [7–9]. КП «Поток» совместно с другими компонент-программами позволяет решать многие задачи анализа и синтеза.

### Библиографический список

1. Чамеев В.В. Методология исследования и проектирования технологических процессов лесоперерабатывающих цехов по выработке пилопродукции / В.В. Чамеев, А.А. Еремеев // Леса России и хозяйство в них. – № 2 (32). – Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – С. 64–71.
2. Размерно-качественная характеристика сортиментов / В.В. Чамеев, В.В. Обвинцев, Б.Е. Меньшиков, Е.В. Гаева: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 101 с.
3. Чамеев В.В. Математическая модель и алгоритм по определению сортового состава круглых лесоматериалов и выхода готовой продукции / В.В. Чамеев, Г.Л. Васильев // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник, 2014. – № 2. – С. 156–162.
4. Планирование экспериментов на имитационных моделях комплекс-программы «ЦЕХ» / В.В. Чамеев, К.В. Ивачева, Р.А. Уксусов, В.В. Терентьев // Леса России и хозяйство в них. – № 1(44). – Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. – С. 104–107.
5. Синхронизация станков по производительности в технологических потоках лесоперерабатывающих цехов / С.Б. Якимович, В.В. Чамеев, Г.Л. Васильев, Ю.В. Ефимов // Молодой ученый. – 2015. – № 5. – С. 207–214.
6. Алгоритмы и машинные программы для исследования технологических процессов лесоперерабатывающих цехов: архитектура комплекса программы «ЦЕХ» / В.В. Чамеев, С.Б. Якимович, Ю.В. Ефимов, Г.Л. Васильев // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – С. 357–360.
7. Чамеев В.В. Основные технологические и экономические показатели работы однопоточных потоков лесоперерабатывающих цехов с головным станком Р63-4Б и область их применения / В.В. Чамеев, А.А. Еремеев // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды IV-го Междун. евразийск. симпозиума. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – С. 214–220.
8. Васильев Г.Л. Рациональные технологические потоки лесоперерабатывающих цехов по раскрою круглых лесоматериалов на пилопродукцию / Г.Л. Васильев, В.В. Чамеев // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды IX-го Междун. евразийск. симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. – Екатеринбург, 2014. – С. 51–56.
9. Васильев Г.Л. Обоснование емкостей межоперационных запасов круглых лесоматериалов для синхронизации работы головной лесопильной рамы с предшествующими операциями в режиме ее работы вразвал / Г.Л. Васильев, В.В. Чамеев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – 8 с. – URL: [www.science-education.ru/121-18452](http://www.science-education.ru/121-18452).